

КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 541.18

С.А.МАЦЮК

ООО «Лаборатория качества воды «Пляя», г.Харьков

В.В.ЯКОВЛЕВ, канд. техн. наук

ООО «Геологическая компания «Шерл», г.Харьков

Т.В.ХРЕСТИНА

Харьковская национальная академия городского хозяйства

УЛУЧШЕНИЕ ПИТЬЕВЫХ КАЧЕСТВ АРТЕЗИАНСКИХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ

В результате экспериментальных исследований установлена возможность повышения жесткости очень мягкой артезианской воды до оптимального значения и улучшения ее вкусовых качеств с помощью дешевого минерального сырья – доломита.

В результаті експериментальних досліджень установлена можливість підвищення жорсткості дуже м'якої артезианської води до оптимального значення і поліпшення її смакових якостей за допомогою дешевої мінеральної сировини – доломіту.

As a result of experimental researches possibility of increase of rigidity of very soft deepwell water to optimum value and improvement of its flavouring qualities by means of cheap mineral raw materials – dolomite is established.

Ключевые слова: артезианская вода, вкусовые качества воды, жесткость, доломит, цеолит, шунгит.

За последние годы спрос на качественные питьевые воды чрезвычайно возрос, но, зачастую, даже наиболее качественные артезианские воды по ряду показателей не соответствуют требованиям, предъявляемым к питьевым водам.

В тех случаях, когда питьевая некондиционность воды вызвана природными условиями и постоянна при эксплуатации, представляет интерес нахождение простых методов водоподготовки, с помощью которых устраняется тот или иной недостаток воды, применяемой для питья. Подземные воды, особенно артезианские, отличаются постоянством своих качественных характеристик и поэтому такие методы водоподготовки могут постоянно сопровождать добычу и их использование.

Одним из примеров таких вод могут служить артезианские воды верхнеюрского и альб-сеноманского водоносных комплексов Днепровско-Донецкого артезианского бассейна, которые широко используются для централизованного и децентрализованного питьевого водоснабжения на северо-востоке Украины. В некоторых районах эти воды имеют очень низкую жесткость – 0,15-1,1 ммоль/дм³, и по этому при-

знаку являются физиологически неполноценными (согласно [2], у физиологически полноценной воды жесткость должна быть от 1,5 до 7,0 ммоль/дм³).

По данным медиков, недостаток солей жесткости ведет к развитию рахита [7, 8], замедлению ферментативных процессов, повышенной кислотности в желудке [9], страдают почки и центральная нервная система, уменьшается эластичность сосудов, вымывается кальций из костей [10].

Вопросу повышения жесткости питьевой воды уделено в научной литературе значительно меньше внимания, нежели ее понижению. До сих пор сохранился стереотип, что чем мягче вода, тем она лучше, но такой подход возник при обычном использовании в развитых странах в системах водоснабжения воды, которая характеризуется повышенным содержанием солей жесткости. Кроме того, изменение содержания солей (в том числе и жесткости) относится к водоподготовке, меняющей химический состав воды и, на первый взгляд, требует использования химикатов. Однако, соли жесткости содержатся в распространенных природных минералах: известняке, доломите, мергеле и др., и возможность их использования была бы приоритетной как с экологической, так и с экономической точек зрения.

Согласно данным [10], соотношение кальция и магния в питьевой воде должно быть сбалансированным. Поэтому, на наш взгляд, для увеличения жесткости наиболее подходящим природным минералом является доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ – природный карбонат кальция и магния.

Целью данной работы является изучение возможности применения природных минералов для улучшения вкусовых качеств артезианских вод.

Объектом исследования выбрана вода из скважины №5768, из которой осуществляется водоснабжение АО «Эффект» в г.Харькове. Скважина расположена на территории предприятия, оборудована на верхнеюрский водоносный комплекс, глубина ее составляет 812 м. Вода пресная с минерализацией 0,6 г/дм³, хлоридно-гидрокарбонатного натриевого состава, очень мягкая. По всем показателям вода удовлетворяет требованиям ДержСанПін [2], кроме величины жесткости – 0,35 ммоль/дм³ (для физиологически полноценных вод рекомендовано – 1,5-7,0 ммоль/дм³). В то же время эта вода обладает специфическим привкусом, обусловленным преобладанием натрия и недостатком солей жесткости, заметно повышенным по отношению к привычным питьевым водам содержанием иона хлора. После питья ощущается особенный горьковато-солонватый привкус.

Экспериментальные исследования влияния минералов на состав и вкусовые свойства воды проводили в научно-исследовательской лаборатории ООО «Лаборатория качества воды «ПЛАЯ». В работе также использовали данные анализов воды химико-бактериологической лаборатории АО «Эффект» (для подтверждения стабильности состава подземной воды).

В опыте изучали влияние на вкусовые качества воды таких природных минералов, как цеолит, шунгит и доломит. Для определения эффективности эксперимента опыты проводили как на сырой воде из скважины, так и на обессоленной воде.

Эксперимент выполняли в статических и динамических условиях.

Исследования в первом варианте проводили в стеклянных емкостях объемом 3 л. В колбы помещали навески природных минералов, измельченных до фракции 10-30 мм, в количестве 500 г и залили их водой доверху. Периодически воду в емкостях перемешивали. Лабораторный анализ свойств воды и ее дегустация были проведены через одни сутки. Вода, находившаяся в контакте с шунгитом, имела ярко выраженный запах и привкус сероводорода и в виду таких негативных органолептических свойств дальнейшую работу с этой водой не проводили. Результаты химических анализов вод после контакта с другими минералами приведены в табл.1, 2.

Таблица 1 – Результаты эксперимента, проведенного в статических условиях с обессоленной водой

Показатель	Единица измерения	Исходная вода	После контакта с цеолитом	После контакта с доломитом
pH	ед. pH	5,5	8,48	8,23
Окисляемость	мгО ₂ /дм ³	<1,0	<1,0	<1,0
Запах при 20 ⁰ С	балл	0	0	0
Вкус	-«-	1	0	0
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	15,2	91,5	153
	ммоль/дм ³	0,24	1,5	2,5
Сульфаты	мг/дм ³	19,2	19,2	28,8
Хлориды	-«-	101	105	125
Кальций	-«-	-	-	28,0
Магний	-«-	-	-	3,6
Жесткость общ.	ммоль/дм ³	0,05	0,05	1,70

Таблица 2 – Результаты эксперимента, проведенного в статических условиях с водой из скважины

Показатель	Единица измерения	Исходная вода	После контакта с цеолитом	После контакта с доломитом
рН	ед. рН	8,67	8,63	8,62
Окисляемость	мгО ₂ /дм ³	<1,0	<1,0	<1,0
Запах при 20 ⁰ С	балл	0	0	0
Вкус	-«-	1	0	0
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	360,0	355,0	360,0
	ммоль/дм ³	5,89	5,82	5,82
Сульфаты	мг/дм ³	19,2	19,2	19,2
Хлориды	-«	85,0	85,0	88,6
Кальций	-«-	4,01	4,01	5,01
Магний	-«-	1,8	1,8	1,82
Жесткость общ.	ммоль/дм ³	0,35	0,35	0,40

Как видно из табл.1, существенно увеличился показатель реакции среды рН до 8,23-8,48 и в случае контакта с доломитом наблюдается значительное увеличение жесткости – от 0,05 ммоль/дм³ в исходной воде до 1,7 ммоль/дм³, т.е. жесткость повысилась в 35 раз.

Как и в случае с обессоленной водой, вода из скважины после контакта с шунгитом имела неприятный сероводородный запах и привкус и не подвергалась химическому анализу. Из табл.2 видно, что вода из скважины АО «Эффект» до и после эксперимента имеет практически одинаковые химические показатели, т.е. контакт воды с минералами в статических условиях не дает положительного эффекта. Проведенная дегустация подтвердила нецелесообразность дальнейших исследований в статических условиях.

Далее исследования проводили в динамических условиях. Наиболее простым аппаратом для исследований является насыпной фильтр, представляющий собой вертикальную колонну с верхней подачей воды. Колонну заполняли загрузкой из природных минералов в количестве 800 г. Фильтрация происходила при движении воды сверху вниз со скоростью 0,2 м/ч. Как и в предыдущем эксперименте, проведенная дегустация подтвердила непригодность воды, находившейся в контакте с шунгитом. Результаты эксперимента приведены в табл.3, 4.

Как видно из табл.3, лучшие результаты получены в случае контакта с доломитом – значительно увеличился показатель рН – 8,14,

гидрокарбонаты и жесткость достигли значений, соответствующих физиологически полноценным водам – 85,4 и 1,80 мг/дм³ соответственно. Также увеличилось содержание сульфатов, что можно объяснить наличием в доломите примеси минерала природного происхождения – пирита.

Таблица 3 – Результаты эксперимента, проведенного в динамических условиях с обессоленной водой

Показатель	Единица измерения	Исходная вода	После контакта с цеолитом	После контакта с доломитом
pH	ед. pH	5,5	7,35	8,14
Окисляемость	мгО ₂ /дм ³	<1,0	<1,0	<1,0
Запах при 20 ⁰ С	балл	0	0	0
Вкус	-«-»	1	0	0
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	15,2	30,5	85,4
	ммоль/дм ³	0,24	0,5	1,40
Сульфаты	мг/дм ³	19,2	19,6	57,6
Хлориды	-«	101	101	103
Кальций	-«-»	-	2,00	26,1
Магний	-«-»	-	0,61	6,1
Жесткость общ.	ммоль/дм ³	0,05	0,15	1,80

Таблица 4 – Результаты эксперимента, проведенного в динамических условиях с водой из скважины

Показатель	Единица измерения	Исходная вода	После контакта с цеолитом	После контакта с доломитом
pH	ед. pH	8,67	8,70	8,69
Окисляемость	мгО ₂ /дм ³	<1,0	<1,0	<1,0
Запах при 20 ⁰ С	Балл	0	0	0
Вкус	Балл	1	0	0
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	360,0	338,2	338,2
	ммоль/дм ³	5,89	5,54	5,54
Сульфаты	мг/дм ³	19,2	19,2	28,8
Хлориды	мг/дм ³	85,0	71,8	88,6
Кальций	мг/дм ³	4,01	4,01	5,01
Магний	мг/дм ³	1,8	1,8	1,82
Жесткость общ.	ммоль/дм ³	0,35	0,35	0,40

Сравнительный анализ химических показателей качества воды до и после эксперимента, представленных в табл.4, позволил сделать вывод о неэффективности проведенного опыта – имеются лишь незначительные изменения состава воды и их количественные показатели находятся в пределах ошибки методики.

Данные проведенных экспериментов показали, что для увеличения концентрации ионов кальция и магния имеет смысл использовать материал, обогащенный кальцием и магнием – полубожеженный доломит [6]. Предварительное подкисление воды перед подачей на фильтр увеличивает скорость реакции. Для этих целей можно использовать, например, лимонную кислоту. Скорость фильтрования при этом была увеличена до 5 м/ч, продолжительность контакта воды с минералом составила 10 мин. Результаты эксперимента приведены в табл.5.

Таблица 5 – Результаты эксперимента с водой из скважины, предварительно подкисленной до pH 5,7

Показатель	Единица измерения	Исходная вода	После 10 мин. контакта с доломитом
pH	ед. pH	5,7	7,15
Окисляемость	мгО ₂ /дм ³	<1,0	<1,0
Запах при 20 ⁰ С	балл	0	0
Вкус	-«-	1	0
Гидрокарбонаты	мг/дм ³	355,6	311,20
	ммоль/дм ³	5,50	5,10
Сульфаты	мг/дм ³	24,0	62,0
Хлориды	-«	80,8	82,6
Кальций	-«-	4,01	60,1
Магний	-«-	1,22	7,30
Жесткость общ.	ммоль/дм ³	0,30	3,60
Натрий + калий	мг/дм ³	183,3	117,9
Железо общ.	-«-	<0,05	<0,05

Как видно из табл.5, эксперимент дал положительный результат – pH увеличился до 7,15, жесткость до 3,60 ммоль/дм³, содержание сульфатов и хлоридов увеличилось незначительно. В данном случае увеличение содержания кальция в 15 раз и магния в 6 раз по сравнению с исходной водой, повышение жесткости воды в 12 раз до опти-

мальной для питьевых вод величины существенно отразилось на вкусовых качествах воды. Это было подтверждено контрольной дегустацией, для которой пробы воды были предварительно засекречены. Проба воды, прошедшая через доломит, получила наивысшую оценку по ее вкусовым качествам.

Таким образом, было установлено, что после динамического контакта с природным минералом доломитом вода из артезианской скважины АО «Эффект» улучшила вкусовые качества. Также установлено, что, предварительное подкисление воды до pH 5,7 значительно увеличивает насыщение воды ионами кальция и магния и увеличивает жесткость воды артезианской воды верхнеюрского водоносного комплекса от 0,35 ммоль/дм³ до физиологически полноценного значения – 3,6 ммоль/дм³.

Положительные результаты по улучшению вкусовых качеств и повышению жесткости воды получены при размерах фракции загрузки 10-30 мм, скорости фильтрования – 5 м/ч и продолжительности контакта – 10 мин.

1.ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 7 с.

2.ДержСанПін 564/1997. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання. – К., 1997. – 16 с.

3.СанПиН 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М., 1988. – 69 с.

4.ДержСанПін 2.2.4.8. Вода питна фасована. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю. – К., 2008. – 20 с.

5.Тарасевич Ю.А. Использование природных дисперсных минералов в процессах предмембранной очистки воды // Химия и технология воды. – 1991. – Т.13, №7. – С.632-640.

6.Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – 4-е изд. – К.: Наукова думка, 1983. – 528 с.

7.Эльпинер Л.И. Вода, которую мы пьем // Человек и природа. – М.: Знание, 1985. С.31-50.

8.Петровский К.С., Ванханен В.Д. Гигиена питания. – М.: Медицина, 1982. – 304 с.

9. Ремизова Т.Б. Медицинская химия элементов. – Л.: ЛСГМИ, 1978. – 345 с.

10.Москалев Ю.И. Минеральный обмен. – М.: Медицина, 1985. – 280 с.

Получено 26.06.2009